REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ DES FRERES MENTOURI -CONSTANTINE 1

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA TERRE, DE LA GÉOGRAPHIE
ET DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE
DEPARTEMENT DES SCIENCES GEOLOGIQUES

**N° d'ordre : 70/DS/2023**

**Série : 07/AM/2023**

# THESE

**POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTORAT EN SCIENCES**
**OPTION : GEOLOGIE MINIERE**

Présentée par **: AIT ABDELOUAHAB Djaouza**

**THEME**

# Le gisement de fer de Boukhadra (confins-Algéro-tunisiens) : contexte géologique, sédimentologie des roches encaissantes et gîtologie des minéralisations

**Soutenue le 28 novembre 2023**

**Jury d'examen**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Professeur | **BOUREFIS Ahcène** | Président | Univ. Constantine 1 |
| Professeur | **BOUZENOUNE Azzedine** | Directeur de thèse | Univ. Jijel |
| Maître de Conférence A | **DASS AMIOUR Mohamed** | Examinateur | Univ. Constantine 1 |
| Maître de Conférence A | **TLILI Mohamed** | Examinateur | Univ. Annaba |
| Maître de Conférence A | **ZEDAM Rabah** | Examinateur | Univ. Oum-el-Bouaghi |

**Année Universitaire : 2022-2023**

# Remerciements

.

*Tout d'abord, je tiens à remercier très chaleureusement Monsieur Bouzenoune Azzedine pour m'avoir proposé ce sujet à un moment où travailler sur un terrain minier abandonné représentait beaucoup de risques. Je le remercie surtout de ne pas avoir lâché cet encadrement alors que cela aurait été dans la logique des choses, vu le temps passé !*

*Je remercie Monsieur Bourefis Ahcène d'avoir accepté de présider ce jury ainsi que messieurs Dass Amiour Mohamed, Tlili Mohamed et Zedam Rabah pour avoir accepté d'examiner ce travail de thèse.*

*Mes remerciements s'adressent à toutes les personnes qui ont participé directement ou indirectement à la réalisation de ce travail.*

*Je commencerai tout d'abord par remercier tous ceux qui m'ont accompagné sur le terrain : Talal, Kacimi M., Menchar N. (qui m'a accompagné dans le cadre de la réalisation de sa thèse de Magister), Boufaa K., Boularak M. et Hamadou B.*

*Je remercie également le personnel de la mine de Boukhadra qui m'a énormément facilité la tâche : l'ancien directeur Zaiout K., l'ingénieur Bouab et Mme Fella responsable du laboratoire de la mine de Boukhadra.*

*Pour la partie réalisée en laboratoire, J'adresse mes vifs remerciements à Monsieur Preat A. de l'université libre de Bruxelles, aujourd'hui retraité, pour m'avoir accueilli dans son laboratoire et m'avoir aidé aussi bien pour la partie sédimentaire de ce travail, ainsi que pour le côté analytiques (cathodoluminescence, analyses isotopiques et MEB-EDS) qui ont été réalisées en dehors de son laboratoire.*

*Mes remerciements s'adressent également au couple Pascale et Jérôme qui ont été toujours présents pour moi pendant mon séjour à Bruxelles.*

*Je remercie les professeurs Bencheikh F. et Benkhrouf F. de l'université d'Alger (USTHB), la première pour la détermination des rudistes et la seconde pour celles des foraminifères benthiques. Pour la détermination des algues, je remercie le professeur Bucur I. de l'université Babeş-Bolyai de Roumanie.*

*J'ai bénéficié de l'aide inconditionnel de Fataf N., Ouided L. et Foued B. pour la réalisation des figures, et Sonia B. pour le montage des planches. Qu'ils trouvent l'expression de mes vifs remerciements.*

*Je pense également à tous ceux qui m'ont sincèrement encourager depuis quelques années et qui ont apprécié de voir l'aboutissement de ce travail, mes amis (es) : Fatima, Samira, Ouided, Moussa, Ramdane, Bouzid, Nassim, Djamel, Chawki, Saddek, Mohamed, Sonia, Lynda, Karima, jusqu'aux plus jeunes Fatah, Anis et tous ceux que j'ai oublié de citer.*

*Merci à toute ma famille, qui a toujours été là dans les moments difficiles.*

# Résumé

Le massif de Boukhadra appartient à la partie nord orientale de l'Atlas saharien et au district minier de la zone des diapirs. C'est un anticlinal orienté NE-SW caractérisé par des formations d'âge crétacé inférieur et qui est recoupé dans sa partie SW par un fossé d'effondrement orienté NW-SE dans lequel apparaissent des formations évaporitiques du Trias. Ces dernières ont joué un rôle important dans la structuration de cette région ainsi que dans la mise en place des minéralisations Fe, Pb-Zn, Cu, Ba, F contenues dans la région.

Ce travail, s'intéresse aux minéralisations ferrifères carbonatées (sidérite) et oxydées de Boukhadra et a pour but de décrire et d'interpréter ce type de minéralisation encaissée dans les calcaires clansayésiens.

Sur le plan sédimentologique, la région de Boukhadra s'apparente à une plate-forme barrée représentée par une séquence standard de 9 microfaciès indiquant le passage d'un milieu marin franc MF1 et se poursuit par un milieu d'avant-barrière (MF2, MF3 et MF4), de barrière (MF5), d'arrière-barrière (MF6), puis un domaine lagunaire (MF7) et enfin une zone supratidale (MF8) coiffée d'un milieu pré-évaporitique de type sebkha (MF9), selon une aire limitée dans le temps et dans l'espace.

Les minéralisations ferrifères sont comprises en grande partie dans le faciès lagunaire à milioles et rudistes et en contact avec les évaporites du Trias, alors que les minéralisations Pb-Zn présentent en petite quantité sont postérieures aux minéralisations ferrifères et prennent place aux niveaux des fractures de direction N-S.

La géochimie des isotopes stables (C-O-S) réalisées sur les calcaires encaissants, les sidérites et sur les sulfates triasiques ainsi que sur quelques sulfures ont permis de définir les conditions de dépôts à savoir que le carbone des sidérites est d'origine minérale et que le soufre trouve son origine dans les formations évaporitiques du Trias par réduction bactérienne ou thermochimique.

Les résultats obtenus au djebel Boukhadra sont comparables avec ceux des gisements de la zone des diapirs que ce soit sur le plan minéralogique ou géochimique. Ces minéralisations sont attribuées à des solutions hydrothermales qui ont pu circuler à la faveur des failles qui ont servi de drain et de lieu privilégié pour les extrusions triasiques. Ces formations diapiriques ainsi que la couverture jurassique et crétacée pourraient aussi être à l'origine des éléments ferrifères et plombo-zincifères qui ont donné lieu au dépôt de la sidérite par métasomatose et aux filons polymétalliques. Les périodes postérieures au Crétacé ont permis l'altération aussi bien des carbonates ferrifères que celles des filons polymétalliques créant ainsi les minéralisations oxydées pendant la période pliocène.

**Mots clés** : Boukhadra, diapir triasique, sidérite, isotopes C-O-S, chapeau de fer.

# Abstract

The Boukhadra massif belongs to the north-eastern part of the Saharan Atlas and to the mining district of the diapirs zone. It is a NE-SW orientated anticline characterised by formations of Lower Cretaceous age, cut in its SW part by a NW-SE orientated collapse trough in which Triassic evaporitic formations appear. These played an important role in the structuring of the region and in the emplacement of the Pb-Zn-Fe-Ba mineralisation found there.

This work focuses on the carbonated (siderite) and oxidised iron mineralisation at Boukhadra, with the aim of describing and interpreting this type of mineralisation hosted in the Clansayesian limestones.

Sedimentologically, the Boukhadra region resembles a barrier platform represented by a standard sequence of 9 microfacies indicating the passage from a frank marine environment (MF1) to a pre-barrier environment (MF2, MF3 and MF4), a barrier (MF5), a back barrier (MF6), then a lagoonal area (MF7) and finally a supratidal zone (MF8) capped by a pre-evaporitic sebkha-type environment (MF9), over an area limited in time and space.

Most of the iron mineralisation occurs in the lagoonal facies with miliolae and rudists and in contact with Triassic evaporites, while small quantities of Pb-Zn mineralisation occur after the iron mineralisation and are found in the N-S fractures.

The stable isotope geochemistry (C-O-S) carried out on the surrounding limestones, siderites and Triassic sulphates, as well as on a few sulphides, enabled us to define the conditions of deposition, namely that the carbon in the siderites is of mineral origin and that the sulphur originated in the evaporite formations of the Triassic by bacterial or thermochemical reduction.

The results obtained at Jebel Boukhadras are comparable with those of the deposits in the diapir zone, both mineralogically and geochemically. These mineralizations are attributed to hydrothermal solutions that may have circulated through faults that acted as drains and favoured locations for Triassic extrusions. These diapiric formations and the Jurassic and Cretaceous cover could also be the source of the iron and lead-zinc elements that gave rise to the deposition of siderite by metasomatosis and the polymetallic veins. The post-Cretaceous periods saw the alteration of both the iron carbonates and the polymetallic veins, thus creating the oxidised mineralisation of the Pliocene period.

**Key words**: Boukhadra, Triassic diapir, siderite, C-O-S isotopes, Gossan.

# ملخص


ينتمي جبل  بوخضرة إلى الجزء الشمالي الشرقي من الأطلس الصحراوي ، و إلى المنطقة المنجميه "الدايابير". وهو عباره عن تركيبة صخرية موجهة شمال شرق- جنوب غرب. يتميز بتكوينات من العصر الطباشيري السفلي والذي ينقطع في جزئه الجنوبي الغربي بواسطة خندق إنهيار موجه شمال شرق- جنوب غرب ، حيث تظهر التكوينات التبخرية من العصر الترياسي . لعبت هذه  الأخيرة دورًا مهمًا في هيكلة هذه المنطقة وكذلك في إنشاء المعادن الموجود فيها.

يعتمد هذا البحث على وصف وتفسير تكون معادن كربونات الحديد (السديريت) وأكسيد الحديد الموجود في الحجر الجيري الكلانزايسين

من جانب دراسة الرسوبيات، تمثل منطقة بوخضرة أرضية كلسية غير عميقة مع وجود حاجز، حيث استطعنا تمييز 9 سحنات ميكروسكوبية  تشيرإلى الإنتقال من بيئة بحرية عميقة الي بيئة شبه قارية مرورا بتوضع رصيف. يلاحظ ان معادن الحديد تتركز بشكل كبير في السحنات المتوضعة في البيئات قليلة العمق والتي  لها علاقة مع التكوينات التبخيرية الترياسية.

لقد سعدتنا الكمياء الجيولوجيا على بعض النظائر المستقرة التى أجريت على الحجرالكلسي على فهم و تحديد المصدر المعدني للكربون بالنسبة لكربونات الحديد، و المصدر الترياسي بالنسبة للكبريت.

النتائج التي تم الحصول عليها في جبل بوخضرة قابلة للمقارنة مع معادن منطقة الديابير، سواء من الناحية المعدنية أو الجيوكميائية.

تعزى هذه المعادن إلى المحاليل المائية الحرارية التي كان من الممكن أن تنتشر بفضل العيوب التي كانت بمثابة إستنزاف، و مكانا مميزا  للديابير الترياسي. يمكن أن تكون هذه التكوينات الديابرية، وكذلك الغطاء الجوراسي و الطباشيري مصدرا للعناصر الحديدية و الزنكية التي أدت إلى ترسب كربونااات الحديد عن طريق التحول البلوري.

سمحت فترات ما بعد العصر الطباشري بتغير كل من كاربونات الحديد، وتلك خاصة بمسرات المتعددة للفلزات مما أدى إلى تكوين المعادن المؤكسدة خلال فترة البليوسان.



**الكلمات الأساسية:** بوخضرة ، ديابير الترييياسي ، نظائر C, O, S ، قبعة حديدية.

# Table des matières

**Remerciements** ..... i
**Résumé** ..... ii
**Abstract** ..... iii
**ماخص** ..... iv

## Chapitre I : Introduction

I.1- Problématique ..... 2
I.2- Présentation de la région d'étude ..... 6
I.3- Historique et état des connaissances sur les gisements de fer développés sur un «protore» de nature carbonatée (sidérite-ankérite) ..... 6

## Chapitre II : Cadre géologique

II.1- Introduction ..... 11
II.2- Aperçu sur la chaine des Maghrébides ..... 11
II.3- Principaux ensembles géologiques de l'Algérie nord orientale ..... 17
II.3.1- Le domaine interne ..... 17
II.3.2- Le domaine médian ou domaine des flyschs ..... 18
II.3.3- Le domaine externe ..... 19
II.3.3.1- Les séries telliennes ..... 19
II.3.3.2- Les séries allochtones de l'avant pays africain ..... 20
II.3.3.3- Les séries autochtones de l'avant pays africain ..... 20
II.4- Les grands traits géologiques de la région des diapirs des confins algéro-tunisiens ..... 21
II.4.1- Lithostratigraphie de la série sédimentaire ..... 22
II.4.1.1- La période triasique ..... 23
II.4.1.2- La période jurassique ..... 23
II.4.1.3- La période crétacée ..... 25
II.4.1.3.1- Le Néocomien et le Barrémien ..... 25
II.4.1.3.2- L'Aptien ..... 25
II.4.1.3.3- L'Albien et le Vraconien ..... 29
II.4.1.3.4- Le Cénomanien ..... 29
II.4.1.3.5- Le Turonien ..... 29
II.4.1.3.6- Le Sénonien ..... 30
II.4.1.4- La période paléogène ..... 30
II.4.1.5- La période néogène ..... 31
II.4.1.6- Le Quaternaire ..... 31
II.4.2- Principales structures tectoniques ..... 31
II.4.2.1- Les plis atlasiques ..... 31
II.4.2.2- Les diapirs ..... 32
II.4.2.3- Les fossés d'effondrement ..... 33
II.4.2.4- Les accidents tectoniques de diverses ampleurs ..... 33
II.5- Géologie du massif de Boukhadra ..... 35
II.5.1- Description litho-stratigraphique ..... 35

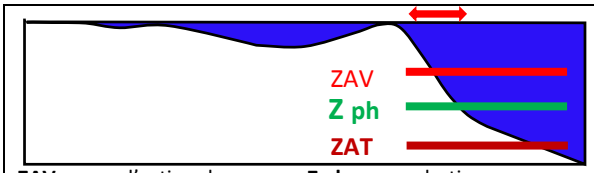
II.5.1.1- Les formations évaporitiques du Trias …… 35
II.5.1.2- Les assises du Crétacé ……..... 37
II.5.1.2.1- L'Aptien …… 37
II.5.1.2.2- L'Albien …… 38
II.5.1.2.3- Le Vraconien …… 38
II.5.1.2.4- Le Cénomanien …….. 39
II.5.1.2.5- Le Turonien …….. …. 39
II.5.1.2.6- Le Sénonien ……...… 40
II.5.1.3- Les formations détritiques du Miocène …….. 40
II.5.1.4- Les sédiments détritiques du Plio-Quaternaire …….. 40
II.5.2- Description tectonique …….. 41
II.5.2.1- Le pli anticlinal de Boukhadra …… 41
II.5.2.2- Le diapir de Boukhadra …… 43
II.5.2.3- La zone effondrée de Bled es Dehissa et le fossé d'effondrement de Morsott…… 49
II.5.3.4- Les accidents tectoniques de diverses ampleurs ……..... 49

**Chapitre III : Analyse sédimentologique des formations albo-aptiennes du massif de Boukhadra**

III.1- Introduction …… 52
III.2- Méthodologie de l'étude sédimentologique …….. 52
III.3- Description des faciès et microfaciès …… 54
III.3.1- Les Faciès de l'Aptien et de l'Albien inférieur …….. 55
III.3.1.1- Les faciès de l'Aptien ……. 55
a) Les alternances de grès et de marnes …… 55
b) Les calcaires …… 55
III.3.1.2- Les faciès de l'Albien…….. 56
III.3.2- Description des microfaciès albo-aptiens ……..…… 56
III.4- Interprétation globale des microfaciès albo-aptiens ……... 93
III.5- Analyse séquentielle des formations albo-aptiennes de Boukhadra …….. 98
III.6- Diagénèse …… 100
III.6.1- La cimentation granulaire …… 101
III.6.2- La cimentation syntaxiale …….. 101
III.6.3- La cimentation vacuolaire ……..... 103
III.6.4- La cimentation des brèches de collapse ……. 103
III.6.5- La cimentation dans les calcaires albiens …….. 103

**Chapitre IV : Géochimie des isotopes stables**

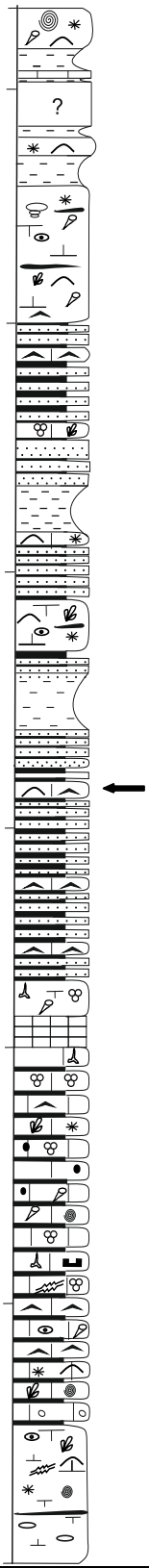
IV.1- Introduction …… 106
IV.2- Bref rappel sur les principaux paramètres isotopiques …….. 106
IV.3- Echantillonnage et méthodes analytiques …….. 107
IV.3.1- Echantillonnage …….. 108
IV.3.2- Méthodes analytiques …… 108
IV.3.2.1- Isotopes du carbone et de l'oxygène …….. 108
IV.3.2.2- Isotopes du soufre …….. 109
IV.4- Résultats et Discussion …… 109
IV.4.1- Isotopes du carbone et de l'oxygène ……... 110
IV.4.1.1- Les dolomies du Trias …… 110

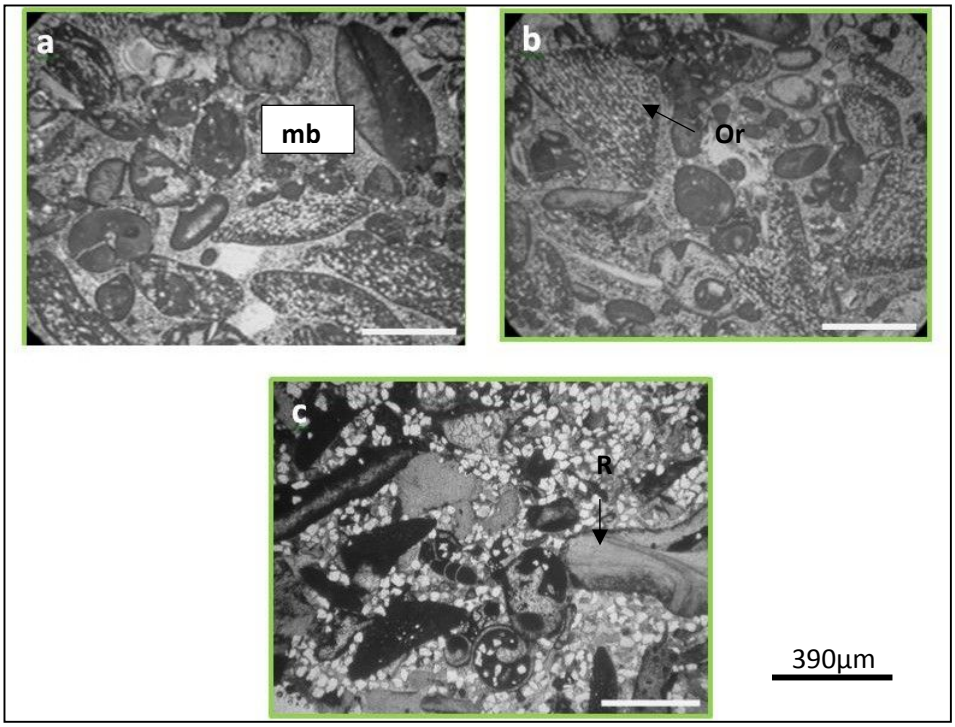



**ZAV** : zone d'action des vagues **Z ph** : zone photique
**ZAT** : zone d'action des tempêtes

# MICROFACIES [MF6x]

***Dépôts chenalisants d'arrière-barrière***






**Or:** Orbitoline **; R:** Rudiste; **mb**: microbrèche

**MF6x : Dépôts chenalisants d'arrière barrière** Tout comme le microfaciès 4 (MF4x), la faune est de composition variée avec des fossiles caractéristiques de mer ouverte comme les algues rouges, les échinodermes, les lamellibranches et des fossiles de barrière et d'arrière barrière tels que les coraux, les gastéropodes, les orbitolines et des microbrèches à composition variée. Il s'agit de dépôts chenalisants passant essentiellement de l'arrière barrière vers l'avant barrière avec des structures entrecroisées caractéristiques de ce type de dépôt

***Fig.III.14-*** *Fiche descriptive du microfaciès MF6x*

En fonction du contenu métallifère, il y aura remplacement de $Ca^{2+}$ par $Fe^{2+}$, $Zn^{2+}$, $Pb^{2+}$, pour donner $FeCO_3$, $ZnCO_3$ ou $PbCO_3$.

Altération de la sidérite :

$FeCO_3 \rightarrow Fe^{2+} + CO_3^{2-}$

$O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$

$Fe^{3+}$ a une affinité pour les ions $OH^-$ puis précipite sous forme d'hydroxyde ferrique instable

$2Fe(OH)_3 = Fe_2O_3 + 3H_2O$

$Fe(OH)_3 = FeO(OH) + H_2O$

$Fe_2O_3 + HO = 2FeOOH$

*Réaction complète*

$2FeCO_3 + 3H_2O = Fe_2O_3 + 2CO_3^{2-} + 6H^+ + 2e^-$

Les textures observées dans les minéralisations oxydées sont de type indigènes (l'altération s'opère dans l'espace anciennement occupé par la minéralisation primaire, dans ce cas la sidérite), quelques rares limonites sont de type exotiques (croute plate (Noduleuse), texture botryoïdale, texture granulaire coagulée et pulvérulente). La réaction d'oxydation de la sidérite ne libère que peu d'acide et par conséquent donne un milieu à PH modéré. Dans ces conditions le fer ferrique en solution ne migre pas et précipitent sous forme de goethite indigène.

L'histoire climatique, va également jouer un rôle important dans la mise en place des nouvelles minéralisations liées à l'oxydation, Il faut donc rechercher dans l'histoire géologique, les périodes de soulèvement et d'érosion qui ont touché la zone des diapirs et qui ont favorisé les différentes oxydations. A partir du Miocène, lors de la phase de raccourcissement il y a un soulèvement qui exposera les différents massifs à l'érosion. L'altération et la formation de minéraux oxydés supergène sont probablement poursuivies au Pliocène et entre le Pléistocène supérieur et l'Holocène, les périodes climatiques humides, crées un environnement favorable à l'altération des sulfures, comme c'est le cas en tunisie (Garnit et al., 2018 ).

Il est à noter que dans le cas de Boukhadra, le phénomène d'oxydation s'opère au-dessus du niveau 820, là où la sidérite existante est déjà très fortement altérée.

de Boukhadra avec la structure diapirique des évaporites du Trias est couplée avec une relation génétique qui s'est matérialisée par l'origine du soufre, de la salinité des fluides et probablement partiellement des métaux qui pourraient provenir à partir de ces évaporites triasiques (Rouvier et al., 1985, Aoudjhane,1989, Sami, 2011 ; Salmi-Laouar, 2004, Bouhlel et al, 2016, Bouzenoune, 2022 ).

Les processus minéralisant sont datés de l'Eocène (à Jebel Ghozlane), Mio-Pliocène (à Jalta), Cénomano-Turonien (à Guern Halfaya) et Tithonique (à Jebel Ressas) (Stanley, 1999 in Jemmali, 2011). Du côté algérien, en l'absence d'arguments tangibles, cet âge n'a pas été défini avec précision, mais il semblerait que la période la plus propice à la mise en place de ces minéralisations situées dans les roches encaissantes du Crétacé soit la phase éocène telle qu'elle a été proposée par Boutaleb (2000), pour les minéralisations Pb-Zn de la région des monts du Hodna. Quant aux minéralisations polymétalliques liées aux fractures N-S, elles seraient en relation avec la phase tectonique de la période du Miocène et du Miocène à Mio-Pliocène.

# *Conclusion*

# Conclusion

Le gisement de fer de Boukhadra appartient à la province minière de la région des diapirs des confins algéro-tunisiens. Cette région recèle de nombreuses minéralisations dont certaines constituent des gisements actuellement en exploitation tel que celui de Boukhadra. Ces minéralisations sont le résultat d'une longue histoire géologique polyphasée qui a été ponctuée par de nombreux événements paléogéographiques et tectoniques.

L'épaisse et subsidente série sédimentaire, connue à l'affleurement, qui s'est déposée pendant cette longue histoire géologique aurait une puissance qui dépasserait les 6000 m. Elle débute par des évaporites au Trias dont une bonne partie est constituée par du sel de type halite surmonté par un complexe de marnes bariolées à gypse prenant un aspect bréchique lorsqu'elles sont indurées. La période allant du début du Jurassique jusqu'à la fin du Néocomien n'est pas représentée à l'affleurement dans cette région. Les plus anciennes formations, après celles du Trias, connues à l'affleurement dans cette région sont celles du Barrémien à partir duquel la série devient relativement continue jusqu'au Lutétien. La sédimentation du Crétacé et d'une partie du Paléogène est essentiellement argilo-marneuse avec des épisodes carbonatés principalement à l'Albo-Aptien, Turonien et Eocène inférieur. La région est dépourvue de toute sédimentation représentant la fin de la période paléogène alors que la période néogène et plio-quaternaire est représentée par des formations essentiellement détritiques argilo-gréso-conglomératiques.

Cette épaisse série sédimentaire a été plissée lors de la phase atlasique fini-eocène en un ensemble de plis anticlinaux et synclinaux de direction NE-SW dont fait partie l'anticlinal du massif de Boukhadra. La charnière des anticlinaux est dans de nombreux cas occupée par les évaporites du Trias constituant les classiques diapirs de cette région des confins algéro-tunisiens. Ces deux structures, plis et diapirs, sont parfois recoupées par des fossés d'effondrement remplis de sédiments plio-quaternaires et délimités par des faisceaux de failles normales de direction NW-SE.

L'ensemble de ces traits géologiques identifiés à l'échelle régionale se retrouve dans le massif de Boukhadra. La structure de ce massif est un anticlinal atlasique dont l'ossature est constituée par les formations albo-aptiennes formant une fermeture périclinale dans sa partie NE et se retrouve interrompue du côté SW par des failles NW-SE faisant partie du faisceau d'accidents tectoniques délimitant le fossé d'effondrement de Morsott. La zone effondrée est essentiellement occupée par les évaporites du Trias constituant le diapir de Boukhadra.

Les formations albo-aptiennes constituent l'encaissant principal des minéralisations de ce massif. Elles ont fait l'objet d'une étude sédimentologique. De cette étude il ressort que ces roches se sont déposées dans un bassin sédimentaire représenté par une plateforme barrée développée à partir de l'Aptien. Les environnements de dépôts mis en évidence à partir d'une séquence standard établie dans la partie SW du massif, dans la zone minéralisée, correspond à une séquence du troisième ordre (régressive- transgressive) reconnue à l'échelle mondiale durant l'Apto-Albien. Dans cette plateforme barrée, les minéralisations se sont mises en place principalement dans les faciès lagon restreint à semi-restreint.

Le massif de Boukhadra recèle deux types de minéralisations : des minéralisations ferrifères et des minéralisations polymétalliques à Pb-Zn, Cu, Ba.

Les minéralisations ferrifères sont elles-mêmes représentées par deux catégories :

- Une minéralisation primaire carbonatée principalement sidéritique.
- Une minéralisation secondaire oxydée composée d'oxydes de fer (hématite) et d'hydroxydes de fer (goethite et limonites) issus de l'oxydation supergène des carbonates de fer au-dessus du niveau hydrostatique.

Ces minéralisations ferrifères sont réparties sur plusieurs corps minéralisés ayant une allure filonienne de direction grossièrement NE-SW et d'une épaisseur comprise entre 1 et 35 mètres. L'ensemble de ces corps filoniens convergent vers les parties basses de la mine pour former le corps dit « amas principal ». L'ensemble de ces corps présentent des contacts nettement sécants par rapport à la stratification de l'encaissant.

Les minéralisations polymétalliques à Pb-Zn, Cu, Ba sont en remplissage de fissures et fractures d'ouverture millimétrique à centimétrique affectant les minéralisations ferrifères traduisant ainsi leur postériorité. Ces minéralisations sont constituées par des minéraux primaires représentés par des sulfures (galène, spahalérite, chalcopyrite), du cuivre gris et de barytine et

par des minéraux secondaires issus de l'altération supergène des minéraux primaires (cérusite, smithsonite, malachite, azurite, covellite).

La géochimie des isotopes stables du carbone des sidérites a permis de conclure à l'origine minérale du leur carbone, il proviendrait de la réutilisation du carbone des calcaires de l'encaissant. Les valeurs des $\delta^{13}C$ des sidérites se situent dans la plage des valeurs des $\delta^{13}C$ des carbonates marins du Crétacé. Les compositions isotopiques de l'oxygène de ces sidérites présentent une valeur moyenne de – 4.73‰ relativement inférieure à celle qu'auraient les carbonates qui précipiteraient dans l'eau de mer. Ces valeurs, relativement légèrement moins faibles que celles du gisement de l'Ouenza, pourraient être dues, comme dans ce dernier, soit à des températures relativement élevées ou à des fluides appauvris en $^{18}O$ comme les eaux météoriques ou aux deux raisons combinées. Cependant, dans le cas de Boukhadra, les températures de formation des sidérites seraient relativement plus faibles que celles envisagées pour les sidérites du gisement de l'Ouenza qui sont de l'ordre de 100 °C à 120°C.

Quant aux valeurs isotopiques du soufre des sulfates évaporitiques, elles correspondent aux valeurs isotopiques du soufre des ions sulfatés des mers triasiques. Le soufre des minéralisations sulfurées aurait donc une origine à partir des sulfates des évaporites du Trias. C'est à partir de la réduction thermochimique des sulfates triasiques que serait dérivé le soufre utilisé lors de la genèse des sulfures.

La mobilisation diapirique des formations triasiques combinée aux effets thermiques en relation avec cette ascension ainsi que les contraintes tectoniques ont permis le déclenchement de circulations de fluides minéralisateurs de type « basinal brines ». Ces derniers auraient acquis leur salinité en inter-réagissant avec les formations salifères constituant les évaporites triasiques du diapir. Ils auraient acquis leur contenu métallifère suite à leur interaction avec la puissante série sédimentaire à dominance argileuse qui constitue l'environnement géologique de Boukhadra.

# *Références bibliographiques*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**- Adjali-Aïssaoui, S. (1990).** Structuration et genèse des gisements de fer carbonaté du djebel Jerissa et djebel Hameima (NW de Tunisie). Pétrographie des carbonates, minéralogie et étude de la matière organique appliquées aux gîtes de couverture. Thèse Doctorat. Univ. Tunis II. 185p.

**- Aigner, D. K. (1985).** Storm depositional systems: Dynamic stratigraphy in modern and ancient shallow-marine sequences. Lecture notes in earth science, (3), 174p.

**- Aït Abdelouahab, Dj. ; Bouzenoune, A. & Préat, A. (2011).** Les isotopes stables du carbone et de l'oxygène des carbonates (calcaires et sidérites) du gisement de fer de Boukhadra (Algérie nord orientale). Bulletin du Service géologique national, Vol.22, n°3, pp.381-395.

**- Amieux, P. (1982).** La cathodoluminescence: méthode d'étude sédimentologique des carbonates. Soc. Nat. Elf Aquitaine. V. 6, 437-483.

**- Anderson, B. G. & Droser, M. L. (1998).** Ichnofabrics and geometric configurations of *Ophiomorpha* within a sequence stratigraphic framework: an example from the Upper Cretaceous US western interior. Sedimentology, 45(2), 379-396. https://doi.org/10.1046/j.1365-3091.1998.0161f.x

**- Anderson, G. M. (1991).** Organic maturation and ore precipitation in Southeast Missouri. Economic Geology, 86(5), 909-926. https://doi.org/10.2113/gsecongeo.86.5.909

**- Anderson, G. M., & Garven, G. (1987).** Sulfate-sulfide-carbonate associations in Mississippi Valley-type lead-zinc deposits. Economic Geology, 82(2), 482-488. https://doi.org/10.2113/gsecongeo.82.2.482

**- Andrea, J.P. & Pestrea, S. (2002).** L'association microbialite-bryozoaire dans le Messinien de Sicile et de Sardaigne JP Saint Martin. Geodiversitas 24 (3) Publications scientifiques du Museum national d'hist. nat. Paris.

**- Aoudjehane, M. (1991).** Distribution des gîtes à Pb-Zn et fer sidéritique dans le NE algérien. In 25th years of Society for Geology applied to Mineral Deposits, anniversary meeting, pp.419-422.

**- Aoudjehane, M. ; Bouzenoune, A. ; Rouvier, H. & Thibieroz, J. (1992).** Halocinèse et dispositifs d'extrusion de Trias dans l'Atlas saharien oriental (NE algérien). Géologie Méditerranéenne, 19 (4), 273-286.

**- Arnaud-Vanneau, A. (1980).** Micropaléontologie, paléoécologie, et sédimentologie d'une plaque-forme carbonatée de la marge passive de la Téthys : l'Urgonien du Vercors septentrional et de la Chartreuse (Alpes occidentales). *Géologie Alpine Mem.* 11(1-3) : 1-874.

**- Assereto, R. L. & Kendall, C. G. (1977).** Nature, origin and classification of peritidal tepee structures and related breccias. Sedimentology, 24(2), 153-210. https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.1977.tb00254.x

**- Barnes, H. L. (1983).** Ore-depositing reactions in Mississippi Valley-type deposits. In International Conference on Mississippi Valley Type Lead-Zinc Deposits. Rolla, University of Missouri-Rolla Press, Proceedings (pp. 77-85).

**- Baudoin, G. (2006).** Manuel de cours « Gîtologie et métallogénie ». Université Laval, Quebec.

**- Beghoul, A. & Milat, R. (2003).** Etude géologique de la région de Boukhadra. Approche morphostructurale microtectonique et sédimentologique. Mémoire d'ingénieur. Université de constantine

**- Beltran, C. ; De Rafélis, M. ; Renard, M. ; Moullade, M. & Tronchetti, G. (2007).** Environmental changes during marl-limestone formation: evidence from the Gargasian (Middle Aptian) of La Marcouline Quarry (Cassis, SE France). Carnets de géologie, (A01), 1-13.

**- Berner, E.K. & Berner, R.A., (1987).** The Global Water Cycle. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ. 1987.

**- Campbell, I.C. (2005)**. Integrated Water Resources Management for the Mekong River Basin. In: A.K. Biswas, O. Varis and C. Tortajada (Editors), Integrated Water Resources Management in South and South-East Asia. Oxford University Press, New Delhi, pp. 353.

**- Betier, G. ; Glangeaud, L. ; Jouhaud, M. ; Duplan, L. ; Hilly, J. ; Dubourdieu, G. & Juston, F. (1952).** Etude sur les gisements de fer de l'Algérie. In Symp. sur les gisements de fer du monde XIXe Congres Géol. Intern. Alger, I (35), 1-46.

**- Blanchard, R. (1968).** Interpretation of leached outcroups. Nevada Bureau of Mine Bulletin 66, 215p.

**- Blendinger, W. (2004)**. Sea level changes versus hydrothermal diagenesis: origin of Triassic carbonate platform cycles in the Dolomites, Italy. Sedimentary Geology, 169 (1-2), 21-28. https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2004.04.002

**- Bouabdellah, M. ; Boudchiche, L. ; Ouahhabi, B. & Naciri, T. (2008).** Origine du soufre associé aux minéralisations Pb-Zn de type Mississippi Valley de la chaîne des Beni Snassen orientaux (Maroc nord-oriental). Comptes Rendus Geoscience, 340 (12), 822-828. https://doi.org/10.1016/j.crte.2008.09.002

**- Bouhlel, S. (1993)**. Gîtologie, minéralogie et essai modélisation des minéralisations à F-Ba-Sr-Pb-Zn-(S°) associées aux carbonates (jurassiques et crétacés) et aux diapirs triasiques : gisements de Stah-Kohol, Zriba, Guebli, Bou Jaber et Fedj el Adoum (Tunisie septentrionale). Thèse d'État, Faculty of Sciences of Tunis Tunisia

**- Bouhlel, S., Johnson, C.A., Leach, D.L. (2007)**. The peridiapiric-type Pb-Zn deposit at Fedj el Adoum, Tunisia: geology, petrography, and stable isotopes. In: Andrew CJ et al. (eds) Proc Ninth Biennial SGA Meeting (Dublin, Ireland) 1:323–326

**- Bouhlel, S.; Leach, D.L.; Johnson, C.A. & al. (2016).** A salt diapir-related Mississippi Valley-type deposit: the Bou Jaber Pb-Zn-Ba-F deposit, Tunisia: fluid inclusion and isotope study Mineralium Deposita.August 2016, Volume 51, Issue 6, pp 749–780. https://doi.org/10.1007/s00126-015-0634-8

**- Bouillin, J.P. (1986).** Le « bassin maghrébin » : une ancienne limite entre l'Europe et l'Afrique à l'ouest des Alpes. Bull. Soc. Géol. France, (8), t.II, n°4, pp.547-558.

**- Bourezg, M. (1987).** Etude géologique et minéralogique et géochimique de chapeaux de fer dans le NE algérien. Thèse de Magister. Université de Constantine.

**- Boutaleb, A. (2000)** Métallogénie et évolution géodynamique de la Chaîne Tellienne en Algérie. Bulletin du Service Géologique de l'Algérie, 11(1), 3-27.

**- Bouzenoune, A. (1993).** Minéralisations péridiapiriques de l'Aptien calcaire : les carbonates de fer du gisement hématitique de l'Ouenza (Algérie orientale). Thèse doctorat, Université Pierre et Marie Curie – Jussieu, Paris VI. 207p.

**- Bouzenoune, A. ; Rouvier H. & Thibieroz J. (1995).** Trias de l'Ouenza : contexte diapirique, zonation minéralogique et conséquences métallogéniques. Bulletin du Service Géologique de l'Algérie, 6(1), 3-24.

**- Bouzenoune, A. & Lécolle, P. (1997).** Petrographic and geochemical arguments for hydrothermal formation of the Ouenza siderite deposit (NE Algeria). Mineralium Deposita, 32(2), 189-196. https://doi.org/10.1007/s001260050084

**- Bouzenoune, A. ; Rouvier H. & Thibieroz J. (2006).** Chronologie relative et conditions de mise en place des minéralisations du massif de l'Ouenza (Algérie NE). Bulletin du Service Géologique de l'Algérie, 17(1), 3-27.

**- Bouzenoune, A.,(2019).** Geochemical Characters of the Fluids Involved in the Genesis of the Tebessa Region Mineralizations (North-East Algeria). Springer Nature Switzerland AG 2019. F. Rossetti et al. (eds.), The Structural Geology Contribution to the Africa-Eurasia Geology:Basement and Reservoir Structure, Ore Mineralisation and Tectonic Modelling, Advances in Science, Technology & Innovation, https://doi.org/10.1007/978-3-030-01455-1_15

**- Bouzenoune, A. (2022).** Salt Tectonics and Mineralization processes in NE Algeria. *In* : M. Meghraoui et al. (eds.): "Advances in Geophysics, Tectonics and Petroleum Geosciences". Advances in Science, Technology & Innovation, IEREK Interdisciplinary Series for Sustainable Development. Proceedings of the 2nd Springer Conference of the Arabian Journal of Geosciences (CAJG-2), Tunisia 2019. https://doi.org/10.1007/978-3-030-73026-0_138

**- Bruni, R. (2008).** Stratigraphie du Crétacé inférieur de la Maiella (Abruzzes) et des préalpes (Frioul), Italie. Thèse de Doctorat. Univ. Libre de Bruxelles, p237.

**- Budd , D.A. & Harris, P.M., (1990).** Carbonate–Siliciclastic Mixtures, SEPM, Reprint Series, 272 p

**- Bulot, L. & Ferry, S. (2007).** La discontinuité albienne à l'échelle globale et ses implications paléobiogéographiques et biostratigraphiques. Carnets, (M02/11), 56-59.

**- Chapouli, R. ; Cazenave, S. & Cerepi, A. (2005).** Apport de la cathodoluminescence à haute résolution à l'étude de la diagenèse météorique dans les formations sédimentaires carbonatées. Comptes Rendus Géoscience, 337(3), 337-346.

**- Charef, A. (1986).** La nature et le rôle des phases associées à la minéralisation Pb–Zn dans les formations carbonatées et leurs conséquences métallogéniques. Etude des inclusions fluides et des isotopes (H, C, O, S, Pb) des gisements des Malines (France), Fedj-el- Adoum et Jbel-Hallouf–Sidi Bou Aouane (Tunisie). Thèse d'état, Nancy, France, 291 p.

**- Charef, A. & Sheppard, S. M. (1987).** Pb-Zn mineralization associated with diapirism: fluid inclusion and stable isotope (H, C, O) evidence for the origin and evolution of the fluids at Fedj-El-Adoum, Tunisia. Chemical Geology, 61(1-4), 113-134.https://doi.org/10.1016/0009-2541 (87) 90032-5

**- Charef, A. & Sheppard, S. (1991).** The diapir related BouGrine Pb-Zn deposit (Tunisia): Evidence for role of hot sedimentary basin brines. In 25 years Society for Geology applied to Mineral Deposits, anniversary meeting (p. 269-272). https://doi.org/10.1016/j.crte.2004.10.008

**- Chihi, L. ; Dlala, M. & Ayed, N. B. (1984).** Manifestations tectoniques syn-sédimentaires et polyphasées d'âge crétacé moyen dans l'Atlas tunisien central (région de Kasserine). Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences. Série 2, Mécanique-physique, chimie, sciences de l'univers, sciences de la terre, 298 (4), 141-146.

**- Chikhi-Aouimeur, F. (1980).** Les Rudistes de l'Aptien supérieur du Djebel Ouenza (Algérie, NE). Thèse de 37me cycle, Université Houari Boumediene, Alger, 111 pages.

**- Coiffait, P. ; Coiffait, B. ; Jaeger, J.J. & Mahboubi, M. (1984).** Un nouveau gisement à Mammifères d'âge éocène supérieur sur le versant sud des Némentcha (Algérie orientale) : découverte des plus anciens rongeurs d'Afrique. C. R. Acad. Sci. Paris, t.299, Série II, n°13, pp.893-898.

**- Corsetti, F. A. ; Baud, A. ; Marenco, P. J. & Richoz, S. (2005).** Summary of Early Triassic carbon isotope records. Comptes rendus palevol, 4(6-7), 473-486. https://doi.org/10.1016/j.crpv.2005.06.004

**- Dahanayake, K. & Krumbein, W. E. (1986).** Microbial structures in oolitic iron formations. Mineralium Deposita, 21(2), 85-94. https://doi.org/10.1007/BF00204266

**- David, L. (1956).** Etude géologique des monts de la haute Medjerda. Thèse Sc. Paris. Publ. Serv. Carte géol. Algérie, N.S., Bull. n°11, 289 pages.

**- Decrée, S. (2008).** Caractérisation géochimique et isotopique dans un système d'altération complexe du protolithe magmatique à la minéralisation fer-plomb-zinc : le cas de la mine de Sidi Driss. These de Docteur en sciences. Université Libre de Bruxelles

**- De Gibert, J. M. & Goldring, R. (2007).** An ichnofabric approach to the depositional interpretation of the intensely burrowed Bateig Limestone, Miocene, SE Spain. Sedimentary Geology, 194(1-2), 1-16

**Demangeon, P. (1966).** A propos des quartz authigènes des terrains salifères. Bulletin de Minéralogie / 89-4/ pp. 484-487.

**- Dold, B. & Spangenberg, J. E. (2005)** Sulfur speciation and stable isotope trends of water-soluble sulfates in mine tailings profiles. Environmental science & technology, 39(15), 5650-5656. https://doi.org/10.1021/es040093a

**- Domzig, A. (2006**). Déformation active et récente, et structuration tectonosédimentaire de la marge sous-marine algérienne. Doctorat. Université de Bretagne occidentale-Brest.

**- Dubourdieu, G. (1951).** Carte géologique de l'Algérie au 1/50000. Feuille n° 151 (Boukhadra). Serv. Carte géol. Algérie.

**- Dubourdieu, G. (1956).** Etude géologique de la région de l'Ouenza (Confins algéro-tunisiens). Publ. Serv. Carte géol. Algérie, N.S.; Bull. N°10, 659 pages.

**- Dubourdieu, G. (1959).** Esquisse géologique du Djebel Mesloula (Algérie orientale). Publ. Serv. Carte géol. Algérie, N.S., Bull. N°21, 162 pages.

**- Dunham, R.J. (1962).** Classification of carbonate rocks according to depositional textures. In: Classification of Carbonate Rocks (Ed. W.E. Ham), Am. Assoc. Pet. Geol. Mem., 1, 108–121.

**- Dupraz, C., & Strasser, A. (1999).** Microbialites and micro-encrusters in shallow coral bioherms (Middle to Late Oxfordian, Swiss Jura Mountains). Facies, 40(1), 101-129. https://doi.org/10.1007/BF02537471

**- Durand Delga, M. & Lambert, A. (1955).** Existence d'un flysch schisto-gréseux tithonique et néocomien aux abords des massifs anciens kabyles. C. R. somm. Soc. Géol. Fr. ; p.200, Paris.

**- Durand Delga, M. (1955).** Etude géologique de l'ouest de la chaine Numidique. Bulletin du Serv. Carte géol. Algérie.Serv. stratigrphie, N°24, 579 pages.

**- Durand Delga, M. & Fontboté, J. M. (1980).** Le cadre structural de la Méditerranée occidentale. Publ. 26e Congr. géol. intern. Paris, colloque C 5. thème C–5–2 Les chaînes peri–méditerranéennes, 71–101. Paris.

**- Embry, A. F. & J. E. Klovan, (1971).** A Late Devonian reef tract on northeastern Banks Island, N.W.T.: Bulletin of Canadian Petroleum Geology, v. 19, p. 730-781.

**- Ferreri, V. ; Weissert, H. ; d'Argenio, B. & Buonocunto, F. P. (1997).** Carbon isotope stratigraphy: a tool for basin to carbonate platform correlation. Terra Nova, 9(2), 57-61. https://doi.org/10.1111/j.1365-3121.1997.tb00002.x

**- Ficheur, E. (1903).** Les terrains anciens et l'Eocène métamorphique dans les masifs numidiens. Bull. Soc. Géol. Fr., (4), III, pp.407-431, Paris.

**- Field, CW. & Fifarek, RM. (1985).** Light stable isotope systematics in the epi thermal environment: ^ G e o l o g y and Geochemistry of Epithermal Systems, Reviews in Economic Geology, v. 2, Society of Economic Geologists, p. 99-128.

**- Flügel, E. (2004).** Microfacies of carbonate rocks analysis, interpretation and application. Springer-Verlag Berlin Heidelberg: 976p.

**- Frizon de Lamotte, D. ; Saint Bezar, B. ; Bracène, R. & Mercier, E. (2000).** The two main steps of the Atlas building and geodynamics of the western Mediterranean, *Tectonics*, *19*, 740-761.

**- Frizon de Lamotte, D. ; Raulin, C. ; Mouchot, N. ; Wrobel-Daveau, J. C. ; Blanpied, C. & Ringenbach, J. C. (2011).** The southernmost margin of the Tethys realm during the Mesozoic and Cenozoic: Initial geometry and timing of the inversion processes. Tectonics, 30(3). https://doi.org/10.1029/2010TC002691

**- García-Hidalgo, J. F.; Gil, J., Segura, M. & Dominguez, C. (2007)**. Internal anatomy of a mixed siliciclastic–carbonate platform: the Late Cenomanian–Mid Turonian at the southern margin of the Spanish Central System. Sedimentology, 54(6), 1245-1271. https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.2007.00880.x

**- Garnit, H.; Boni, M.; Buongiovanni, G.; Arfè, G.; Mondillo, N.; Joachimski, M. & Balassone, G. (2018).** C–O Stable Isotopes Geochemistry of Tunisian Nonsulfide Zinc Deposits: A First Look. Minerals, 8(1), 13. https://doi.org/10.3390/min8010013

**- Gélard, JP. (1969).** Le flysch à base schisto-gréseuse de la bordure méridionale et orientale du massif de Chellata : le flysch maurétanien (grande Kabylie). Bull.Soc.Géol.Fr., (7), XIX, p.461-468.

**- Gerdes, G. ; Klenke, T. & Noffke, N. (2000).** Microbial signatures in peritidal siliciclastic sediments: a catalogue. Sedimentology, 47(2), 279-308. https://doi.org/10.1046/j.1365-3091.2000.00284.x

**- Giesemann, A. ; Jäger, H. J. ; Norman, A. L. ; Krouse, H. R. & Brand, W. A. (1994).** Online sulfur-isotope determination using an elemental analyzer coupled to a mass spectrometer. Analytical Chemistry, 66(18), 2816-2819. https://doi.org/10.1021/ac00090a005

**- Gil, P.P. (1991).** Las mineralizationes de hierroenel anticlinal de Bilbao: mineralogia, geoquimica y metalogenia. Unpublished Ph. D. Thesis. Universidad del País Vasco, 343p.

- **Giordano,T.H.; & Barnes, H.L. (1981).-** Lead transport in Mississippi Valley Type ore solutions. Economic Geology, Vol.76, p.2200-2211.

**- Golubic, S., Radoičić, R. & Seong-Joo, L. (2006)**. Decastronemakotori gen. nov., comb. nov.: a mat-forming cyanobacterium on Cretaceous carbonate platforms and its modern counterparts. Carnets de géologie, (A02), 1-17.

**- Gröcke, D. R. ; Coccioni, R. ; Price, G. D. & Arthur, M. A. (2003).** The early Cretaceous carbon- and oxygen-isotope record. In EGS-AGU-EUG Joint Assembly (p. 13637)

**- Gröcke, D. R. ; Price, G. D. ; Ruffell, A. H.; Mutterlose, J. & Baraboshkin, E. (2003).** Isotopic evidence for late Jurassic–Early Cretaceous climate change. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 202(1-2), 97-118. https://doi.org/10.1016/S0031-0182(03)00631-X

**- Grötsch, J. ; Billing, I. A. N. & Vahrenkamp, V. (1998).** Carbon-isotope stratigraphy in shallow-water carbonates: implications for Cretaceous black-shale deposition. Sedimentology, 45(4), 623-634. https://doi.org/10.1046/j.1365-3091.1998.00158.x.

**- Guiraud, R. (1973).** Evolution post-triasique de l'avant pays de la chaîne alpine en Algérie d'après l'étude du bassin du Hodna et des régions voisines. Thèse ès Sciences, Nice, 270 pages.

**- Guiraud, R. (1990).** Evolution post-triasique de l'avant pays de la chaîne alpine en Algérie d'après l'étude du bassin du Hodna et des régions voisines. Mémoire du Service Géologique de l'Algérie, n°3, 270 pages, Alger.

**- Guiraud, R.; Bosworth, W.; Thierry, J. & Delplanque, A. (2005).** Phanerozoic geological evolution of Northern and Central Africa: an overview. J. African Earth Sci., 43 (1–3), 83–143.

**- Haas, J. ; Demény, A. ; Hips, K. & Vennemann, T. W. (2006).** Carbon isotope excursions and microfacies changes in marine Permian–Triassic boundary sections in Hungary. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 237(2-4), 160-181. https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2005.11.017

**- Haddouche, O. (2003).** Contribution à l'étude géologique et gîtologique des minéralisations à Pb-Zn, Fe (Ba-Sr) d'El Ouasta (Atlas saharien oriental, Algérie). Mémoire de Magister, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediène, Alger, Algérie, 123 pages.

**- Haddouche, O. ; Boutaleb, A. ; Chamam, M. ; Ysbaa, S. ; Hammouche, H. & Boubaya, Dj. (2016).** Pb-Zn (Ba) deposits of the oriental Saharan Atlas (north-east of Algeria) : distribution, control and implications for mining exploration. Arabian Journal of Geosciences, doi 10.1007/s12517-016-2406-x

**- Hardie, L.A. & Ginsburg, R.N. (1977).** Layering: the origin and environmental significance of lamination and thin bedding in L.A. Hardie, ed.: Sedimentation on the modern carbonate tidal flats of northwest Andros Island, Bahamas: 50-124.

**- Hatira, N. (1988).** Les concentrations de Zn, Pb, Sr, (Ba) dans le cortex des diapirs de Trias salifère : Exemple du diapir de Sakiet-Koucha (Tunisie septentrionale. Comparaison avec d'autres massifs tunisiens et avec les cap-rocks de la Gulf Coast (USA). Thèse de Doctorat de l'Université Paris VI, France.

**- Hillgärtner, H.; Dupraz, C. & Hug, W. (2001).** Microbially induced cementation of carbonate sands: are micritic meniscus cements good indicators of vadose diagenesis? Sedimentology, 48(1), 117-131. https://doi.org/10.1046/j.1365-3091.2001.00356.x.

**- Horacek, M. ; Koike, T. & Richoz, S. (2009).** Lower Triassic $\delta^{13}C$ isotope curve from shallow-marine carbonates in Japan, Panthalassa realm: Confirmation of the Tethys $\delta^{13}C$ curve. Journal of Asian Earth Sciences, 36(6), 481-490. https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2008.05.005.

**- Hunter, R. E. & Clifton, E. H. (1982).** Cyclic deposits and hummocky cross-stratification of probable storm origin in Upper Cretaceous rocks of the Cape Sebastian area, southwestern Oregon. Journal of Sedimentary Research, 52(1), 127-143. https://doi.org/10.1306/212F7EF5-2B24-11D7-8648000102C1865D.

**- Immenhauser, A.; Hillgärtner, H. & Van Bentum, E. (2005).** Microbial-foraminiferal episodes in the Early Aptian of the southern Tethyan margin: ecological significance and possible relation to oceanic anoxic event 1a. Sedimentology, 52(1), 77-99. https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.2004.00683.x.

**- Jemmali, N. (2011).** Le Trias du nord de la Tunisie et les minéralisations associées : minéralogie, géochimie (Traces, isotopes O, C,S, Pb) et modèle génétiques . Thèse de Doctorat Université Tunis el Manar. http://www.researchgate.net/publication/264783512

**- Jemmali N, Souissi F, Carranza JEM, Bouabdellah M. (2013)**. Contraintes isotopiques du plomb et du soufre sur la genèse de la minéralisation polymétallique d'Oued Maden. Gisements de Pb – Zn (As – Cu–Hg– Sb) hébergés dans des carbonates de Jebel Hallouf et Fedj Hassene. Nord de la Tunisie. *Journal d'exploration géochimique.* 132 : 6–14. http//: 10.1016/j.gexplo.2013.03.004.

**- Johnson, H. R. HD & Baldwin, CT. (1996).** Shallow clastic seas. Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy, 3rd edn (Ed. by HG Reading), 232-280.

**- Johnson, J. H. (1965).** Tree Lower Cretaceous algae new to the Americas.Journal of Paleontology (1965) 39 (4): 719–720.

**- Jolivet L.; Agard P.; Frizon de lamotte D.; Menant A.; Sternai P. & Guillocheau F. (2016**). Neo-Tethys geodynamics and mantle convection: from extension to compression in Africa and a conceptual model for obduction. Canadian Journal of Earth Sciences Volume 53, Number 11. https://doi.org/10.1139/cjes-2015-0118.

**- Kazitani, N. (1986).** Evolution géodynamique de la bordure nord-africaine : le domaine intra-plaque nord-algérien. Approche méga séquentielle. Thèse ès Sci. Univ. de Pau. 2 tomes, 871 p.

**- Kieken, M. (1962).** Les traits essentiels de la géologie algérienne. In Livre Mém. Prof. Paul Fallot. Mém. H. série Soc. Géol. Fr., t.I, pp.545-614, Paris.

**- Kosakevitch, A. (1983).** Etude morphogénétique des textures de remplacement et de remplissage dans les chapeaux de fer. BRGM.

**- Kowalski, W. M. & Hamimed, M. (2000).** Diapirisme polyphasé ou glacier de sel albien? Dilemme du matériel triasique des confins algéro-tunisiens. Bulletin du Service Géologique de l'Algérie, 11 (1), 29-60.

**- Krobicki, M. & Olszewska, B. (2005).** Urgonian-type microfossils in exotic pebbles of the Late Cretaceous-Palaeogene gravelstones from the Sromowce and Jarmuta formations (Pieniny Klippen Belt, Polish Carpathians). Studia Geologica Polonica, 124, 215-236.

**- Kyle, J.R. & Price, P.E. (1986).** Metallic sulfide mineralization in salt dome cap rock, Gulf-Coast. Trans. Inst.Metall., Sect.B, N°95, pp. B6- B16.

**Laffite, R. (1939).** Etude géologique de l'Aurès. Bull. Serv. Carte géol. Algérie, 2ème sér., Stratigr. Descript. Région. N°15, 451p.

**- Lahondere, J-C. (1987).** Les séries ultra-telliennes d'Algérie Nord-Orientale et les formations environnantes dans leur cadre structural. *Thèse d'état SC, Toulouse. Université de Toulouse.*

**- Lataillade, J.C. (1970).** Etude géologique et métallogénique des minéralisations ferrifères de la mine du djebel Jerissa (Tunisie centrale). Thèse de Doctorat 3ème cycle, Paris, France, 117 pages.

**- Laouar, R. ; Salmi-Laouar, S. ; Sami, L. ; Boyce, A.J. ; Kolli, O. ; Boutaleb, A. & Fallick, A.E. (2016).** Fluid inclusion and stable isotope studies of the Mesloula Pb-Zn-Ba ore deposit, NE Algeria: Characteristics and origin of the mineralizing fluids. Journal of African Earth Sciences, 121, pp.119-135.

**- Leach, D.L.; Sangster, D.F.; Kelley, K.D.; Large, R.R.; Garven, Grant, Allen, C.R.; Gutzmer, Jens & Walters, Steve. (2005)**. Sediment-hosted lead-zinc deposits: a global perspective: Society of Economic Geologists, Economic Geology One Hundredth Anniversary Volume, 1905–2005, p. 561–607.

**- Leach, D.L.; Dwight, C.; Bradley, D C.; Huston D.; Pisarevsky S A.; Taylor R D. & Gardoll S J. (2010).** Sediment-Hosted Lead-Zinc Deposits in Earth History. Economic Geology (2010) 105 (3): 593–625. https://doi.org/10.2113/gsecongeo.105.3.593

**- Leprêtre, R. ; Frizon de Lamotte, D. ; Combier, V. ; Gimeno-Vives, O. ; Mohn, G. & Eschard, R. (2018).** The Tell-Rif orogenic system (Morocco, Algeria, Tunisia) and the structural heritage of the southern Tethys margin. BSGF - Earth Sciences Bulletin, 189, 10. https://doi.org/10.1051/bsgf/2018009

**- Lombard, A. (1956).** Géologie sédimentaire - Les séries marines. Editions Carmanne, Liège et Editions Masson, Paris, 722 p.

**- Lohmann, K. C. (1988).** Geochemical patterns of meteoric diagenetic systems and their application to studies of paleokarst. In Paleokarst. Springer, New York, NY. (p 58-80). https://doi.org/10.1007/978-1-4612-3748-8-3

**- Machel, H. G. (2000).** Application of cathodoluminescence to carbonate diagenesis. In Cathodoluminescence in geosciences. Springer, Berlin, Heidelberg (p.271-301).

**- Madre, M. (1969).** Contribution à l'étude géologique et métallogénique du Djebel Ouenza (Est algérien). Thèse de doctorat, Université Paris, 78p.

**- Mamet, B. & Preat, A. (2005a).** Sédimentologie de la série viséenne d'Avesnes-Sur-Helpe (Avesnois, Nord de la France). GEOLOGICA BELGICA. 8(2), 91-107.

**- Mamet, B. & Preat, A. (2005b).** Microfaciès d'une lentille biohermale à la limite Eifelien / Givétien (Wellin, Nord du synclinorium de Dinant). GEOLOGICA BELGICA. 8 (3), 85-111.

**- Martini, R. ; Cirilli, S. ; Saurer, C. ; Abate, B. ; Ferruzza, G. & Cicero, G. L. (2007).** Depositional environment and biofacies characterisation of the Triassic (Carnian to Rhaetian) carbonate succession of Punta Bassano (Marettimo Island, Sicily). Facies, 53(3), 389-400. http://doi.org/101007/s10347-0115-3.

**- Masse, J. P. & Chikhi-Aouimeur, F. (1982).** La plate-forme carbonatée de l'Ouenza (Sud Constantinois, Algérie). Organisation et Dynamique durant l'Aptien supérieur. Géologie méditerranéenne, 9(3), 259-267. https://doi.org/10.3406/geolm.1982.1203.

**- Masse, J. P. & Thieuloy, J. P. (1979).** Précisions sur l'âge des calcaires et des formations associées de l'Aptien sud-constantinois (Algérie). Conséquences paléogéographiques. Bulletin de la Société géologique de France, (7), t.XXI, n°1, pp.65-71. https://doi.org/10.2113/gssgfbull.S7-XXI.1.65

**- Massin, J.M. (1976).** Les gisements de fer tunisiens in H.W. Walther & A.Zitzmann eds : the iron ore deposits of Europe and adjacent areas. Vol.1, 1977. 804p.

**- Médard, T. & Sornein J-F, (1983).** Pétrologie d'une séquence d'altération de carbonate de fer. Le chapeau de fer du gisement de sidérite de Batère (Pyrénées Orientales). Sciences Géologiques, bulletins et mémoires Année 1983 73 pp. 195-205. Fait partie d'un numéro thématique : Pétrologie des altérations et des sols. Vol. III : Pédologie. Pétrologie appliquée aux substances utiles. Colloque international du CNRS, Paris 4-7 juillet 1983.

**-Meyers, W. (1991) C**alcite Cement Stratigraphy: Anverview https://doi.org/10.2110/scn.91.25.0133

**- MFE (2019).** Rapport : Mines de Boukhadra : plan d'exploitation et de développement. Rapport interne inédit.

**- Mount, J. (1985).** Mixed siliciclastic and carbonate sediments: a proposed first-order textural and compositional classification. Sedimentology, 32(3), 435-442. https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.1985.tb00522.x

**- Munn, C.B. (2004).** Marine Microbiology, Ecology and Applications. Bios Scientific Publ., London and NewYork : 282p.

**- Nedjari-Bellahsène, S. & Nedjari, A. (1984).** Le Boukhadra : esquisse paléogéographique aptienne. 5ème Sém. Nat. Sci. Terre, Alger (2-4 décembre), pp.102-103, Alger.

**- Neumeier, U. (1998)**. Le rôle de l'activité microbienne dans la cimentation précoce des beachrocks (sédiments intertidaux). Thèse de doctorat. Université de Genève.

**- Noffke, N.; Gerdes, G. & Klenke, T. (2003).** Benthic cyanobacteria and their influence on the sedimentary dynamics of peritidal depositional systems (siliciclastic, evaporitic salty, and evaporitic carbonatic). Earth-Science Reviews, 62(1-2), 163-176.

**- Noble E.A (1963).** Formation of ore deposits by water of compaction. Economic Geology. Vol.58, p.1145-1156.

**- Ohmoto, H. & Rye, RO. (1979).** Isotopes of sulfur and carbon. In: Barnes, H.L. (Ed.), Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits, 2nd ed. Wiley, New York, pp. 509.

**- Ohmoto, H. & Lasaga, AC. (1982).** Kinetics of reactions between aqueous sulfates and sulfides in hydrothermal systems. Geochimica et Cosmochimica Acta. Volume 46, Issue 10, Pages 1727-1745. https://doi.org/10.1016/0016-7037(82)90113-2.

**Ohmoto, H. (1986).** Stable isotope geochemistry of ore deposits. In: Valley J. W., Taylor H. P. and O'Neil J. R. (eds) Stable isotopes and high temperature geological processes. Review in Mineralogy 16, Mineralogical Society of America, 491-559.

**- Othmanine, A. (1987).** Les minéralisations en fluorine, barytine, Pb, Zn et fer sidéritique autour du fossé de Tébessa-Morsott. Relation entre la paléogéographie albo-aptienne, diapirisme, structure et métallogénie. Thèse de Doctorat, Université Pierre et Marie Curie, Paris VI, 220p.

**- Pélissonnier, H. (1989).** Historique des concepts et modèles métallogéniques pour les gîtes de plomb-zinc en milieu sédimentaire carbonaté. Apport du présent colloque. Chronique de la recherche minière, (495), 37-45.

- **Pelissonnier, H. (1993)**. Relation des gisements de type Mississippi Valley (MVT) avec les socles sous-jacents aux gisements. Ateliers MVT, Actes. Gisement de type Mississippi Valey d'Europe et d'Afrique du Nord Comparaison avec les gisements américains. Campus Jussieu. Societé Géologique de Fr ance, 15-18 Fev. paris, p.151-158.

**- Perry, C. T. & Macdonald, I. A. (2002).** Impacts of light penetration on the bathymetry of reef microboring communities: implications for the development of microendolithic trace assemblages.

Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 186(1-2), 101-113. https://doi.org/10.1016/S0031-0182(02)00446-7

**- Perthuisot, V. (1978).** Dynamique et pétrogenèse des extrusions triasiques de Tunisie septentrionale. *Trav. Lab. Géol., Presses de l'Ecole Normale Supérieure*, 12, 312 p. Paris.

**- Perthuisot, V. & Rouvier, H. (1992).** Les diapirs du Maghreb central et oriental: des appareils variés, résultats d'une évolution structurale et pétrogénétique complexe. Bulletin de la Société géologique de France, 163(6), 751-760.

**- Piqué, A. ; Tricart, P. ; Guiraud, R. ; Laville, E. ; Bouaziz, S. ; Amrhar, M. & Ouali, R. A. (2002).** The Mesozoic-Cenozoic Atlas belt (North Africa): an overview. Geodinamica Acta, 15(3), 185-208. https://doi.org/10.1080/09853111.2002.10510752.

**- Pittet, B.; Van Buchem, F. S.; Hillgärtner, H.; Razin, P.; Grötsch, J.; & Droste, H. (2002).** Ecological succession, palaeoenvironmental change, and depositional sequences of Barremian–Aptian shallow-water carbonates in northern Oman. Sedimentology, 49(3), 555-581 .https://doi.org/10.1046/j.1365-3091.2002.00460.x

**- Pohl, W.; Amouri, M.; Kolli, O.; Scheffer, R. & Zachmann, D. (1986).** A new genetic model for the North African metasomatic siderite deposits. Mineralium deposita, 21(3), 228-233. https://doi.org/10.1007/BF00199805

**- Poignant, A. F. (1981).** Les Algues calcaires au Crétacé moyen. Cretaceous Research, 2(3-4), 405-408. https://doi.org/10.1016/0195-6671(81)90028-8

**- Popov, A. (1976).** Les gisements de fer en Algérie. The iron ore deposits of Europe and adjacent areas, 1, 83-89.

**- Posey, H. ; Price, P. E. & Kyle, J. R. (1987).** Mixed carbon sources for calcite cap rocks of Gulf Coast salt domes. In Dynamical geology of salt and related structures. Academic Press, (p 593-630).

**- Price, P.E.; Kyle, J.R. (1986**). Genesis of salt dome hosted metallic sulfide deposits : the role of hydrocarbons and related fluids. In : W.E. Dean (eds.) Proceeding of the Symposium on the Organic and ore Deposits. Denver region Explor. Geologists Soc. pp.171–184.

**- Préat, A. & Kasimi, R. (1995).** Sédimentation de rampe mixte silico-carbonatée des couches de transition eifeliennes-givetiennes franco-belges. Première partie : microfaciès et modèle sédimentaire. Bulletin des centres de recherches exploration-Production Elf-Aquitaine, 19 (2), 329-351.

**- Préat, A. ; Blockmans, S. ; Capette, L. ; Dumoulin, V. & Mamet, B. (2007).** Microfaciès d'une lentille biohermale à la limite Eifelien/Givetien ('Fondry des Chiens', Nismes, bord sud du Synclinorium de Dinant). Geologica Belgica. 10 (1-2) : 3-25.

**- Purser, B.H. (1980).** Sédimentation et diagenèse des carbonates néritiques récents. Tome 1 : Les éléments de la sédimentation et la diagenèse. Ed. Technip. 367p.

**- Raoult, J.F. (1969).** Nouvelles données sur les flyschs au Nord du Kef Sidi Dris et dans la zone du Col des Oliviers (Nord du Constantinois, Algérie). Bull. Soc. Géol. Fr., (7), XI, pp.516-543.

**- Rddad, L. ; Jemmali, N. ; Carranza, E.J.M. & Wälle, M. (2019).** Organic matter and metal contents within the Cretaceous rocks of the Slata-Guern Halfaya area, North-Central Tunisia: Implication for ore genesis. Ore Geology Reviews, 113, 103070.

**- Riding, R. (2000).** Microbial carbonates: the geological record of calcified bacterial–algal mats and biofilms. Sedimentology, 47, 179-214. https://doi.org/10.1046/j.1365-3091.2000.00003.x

**- Rosenbaum, J. & Sheppard, S. M. F. (1986).** An isotopic study of siderites, dolomites and ankerites at high temperatures. Geochimica et cosmochimica acta, 50(6), 1147-1150. https://doi.org/10.1016/0016-7037(86)90396-0.

**- Rouvier, H. ; Perthuisot, V. & Mansouri, A. (1985).** Pb-Zn deposits and salt-bearing diapirs in Southern Europe and North Africa. Economic Geology, 80 (3), 666-687. https://doi.org/10.2113/gsecongeo.80.3.666.

**- Rouvier, H. ; Henry, B. ; Le Goff, M. ; Hatira, N. ; Laatar, E. ; Mansouri, A. & Smati, A. (1998).** Preuves paléomagnétiques de la non-interstratification des évaporites du Trias dans l'Albien du Maghreb oriental. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences-Series IIA-Earth and Planetary Science, 326(5), 363-368. https://doi.org/10.1016/S1251-8050(98)80307-8.

**- Salmi-Laouar, S. (2004).** Contribution à l'étude géologique et géochimie des isotopes stables (S, O, C) des minéralisations polymétalliques (Zn, Pb, F, Ba, Fe, Hg) de la «zone des diapirs» du nord de Tébessa (NE algérien). Nouvelle Thèse de Doctorat, Univ. Badji-Mokhtar. Annaba, Algérie, 190 p.

**- Salmi-Laouar, S., Laouar, R., Boyce, A.J., Boutaleb, A. & Lamouroux, Ch. (2007)**. Premières données isotopiques sur la mer triasique dans l'Atlas Saharien Oriental (Algérie). Bulletin de Service Géologique National, vol. 18, N°3, pp. 315-323.

**- Sami L. ; Kolli O., Boutaleb A. & Laouar, R. (2011).** Caractérisation Géochimique Des Minéralisations à Pb - Zn, Cu Et Ba Du Djebel Mesloula: Apport de la microthermométrie des Halogènes et des isotopes stables. Bulletin du Service Géologique de l'Algérie. Volume 24, Numéro 1, pages 41-57.

**- Sami, L. (2011).** Caractéristiques géochimiques des minéralisations à Pb- Zn, F, Ba, Cu, Fe et Hg des confins algéro-tunisiens. Thèse Doctorat, USTHB, Alger

**- Sanders, D. & Baron-Szabo, R. C. (1997).** Coral-rudist bioconstructions in the Upper Cretaceous Haidach section (Gosau Group; Northern Calcareous Alps, Austria). Facies, 36(1), 69-89. https://doi.org/10.1007/BF02536878.

**- Seidler, L. & Steel, R. (2001).** Pinch-out style and position of tidally influenced strata in a regressive–transgressive wave-dominated deltaic sandbody, Twentymile Sandstone, Mesaverde Group, NW Colorado. Sedimentology, 48(2), 399-414. https://doi.org/10.1046/j.1365-3091.2001.00370.x

**Sheppard, S.M.F. & Charef, A. ( 1986).** Eau organique caractérisation lsotoplque et évidence de son rôle dans le gisement Pb-Zn de Fedj-el-Adoum, Tunisie C R Acad Scl Paris, Sér II, 302 1189-1192

**- Sheppard, S.M.F. ; Charef, A. & Bouhlel, S. (1996).** Diapirs and Zn-Pb mineralizations: A general model based on Tunisian (N. Africa) and Gulf Coast (U.SA.). Soc Eco Geol, Spec Publ 4: 230-243. https://doi.org/10.5382/SP.04.15.

**- Shinn, E. A. (1983).** Birdseyes, fenestrae, shrinkage pores, and loferites; a reevaluation. Journal of Sedimentary Research, 53(2), 619-628. https://doi.org/10.1306/212F8247-2B24-11D7-8648000102C1865D.

**- Shinn, E. A. & Robbin, D. M. (1983).** Mechanical and chemical compaction in fine-grained shallow-water limestones. Journal of Sedimentary Research, 53(2), 595-618. https://doi.org/10.1306/212F8242-2B24-11D7-8648000102C1865D.

**- Shinn, E. A. & Lidz, B. H. (1988).** Blackened limestone pebbles: fire at subaerial unconformities. In Paleokarst. Springer, New York, (p117-131). https://doi.org/10.1007/978-1-4612-3748-8_6

**- Smati, A. (1986).** Les gisements de Pb-Zn-Ba et de Fe du jebel Slata (Tunisie du centre-Nord) : Minéralisations épigénétiques dans le Crétacé néritique de la bordure d'un diapir de Trias. Gisements de Sidi Amor Ben Salem et de Slata-Fer. Thèse de Doctorat. Université Pierre et Marie Curie. Paris VI, p 250.

**- Sokač, B. (2004).** On some peri-Mediterranean Lower Cretaceous Dasyclad species (calcareous algae; Dasycladales) previously assigned to different genera. Geologia Croatica, 57(1), 15-53.

**- Soubias, D. (1972).** Contribution à l'étude minéralogique et métallogénique des gisements carbonatés des Pyrénées**.**

**- Souissi, F. ; Souissi, R ; Dandurand, J. (2010)**. The Mississippi Valley-type fluorite ore at Jebel Stah (Zaghouan district, north-eastern Tunisia): contribution of REE and Sr isotope geochemistries to the genetic model. Ore Geology Rev 37, 1530.

**- Stainier, R. ; Ingraham, J. ; Wheelis, M. & Painter, P. (1985).** General Microbiology. Mac Millan, 5th ed., 689p.

**- Strasser, A. (1984).** Black-pebble occurrence and genesis in Holocene carbonate sediments (Florida Keys, Bahamas, and Tunisia). Journal of Sedimentary Research, 54(4), 1097-1109. https://doi.org/10.1306/212F856C-2B24-11D7-8648000102C1865D.

**- Sverjenski, D.A. (1989).**The diverse origins of Mississippi Valley Type deposits. Chron. Rech. Min. n°495, p.5-13.

**- Tebbut, G.E.; Conley, L.D. & Boy, D.W. (1965).** Lithogenesis of a distinctive carbonate rock fabric. Univ. Wyo. Contrib. Geol., 4(1): 1-13.

**- Teske, A.; Ramsing, N. B.; Habicht, K.; Fukui, M.; Küver, J.; Jørgensen, B. B. & Cohen, Y. (1998).** Sulfate-reducing bacteria and their activities in cyanobacterial mats of Solar Lake (Sinai, Egypt). Applied and Environmental Microbiology, 64(8), 2943-2951. https://doi.org/10.1128/AEM.64.8.2943-2951.1998.

**- Thornber, M. R. (1983).** "Weathering of Sulphide Bodies." In Geochemical Exploration in Deeply Weathered Terrain, ed. R. E. Smith, pp. 67-76, 92-103. CSIRO, Floreat Park, W. A., Australia.

- **Thibieroz J. & Madre M. (1976).** Le gisement de sidérite de Dj. Ouenza est contrôlé par un golf de la mer aptienne. Bulletin Société Histoire Naturelle Afrique du Nord, Alger, 1967, 3-4, 125-150.

**- Taylor, R. (2011).** Gossans and Leached Cappings: Field Assessment. Springer Heidelberg Dordrecht London New York. https://doi 10.1007/978-3-642-22051-7

- **Thiry,M. & Sornein, J.F. (1983).** Pétrologie d'une séquence d'altération de carbonate de fer. Le chapeau de fer du gisement de sidérite de Batère (Pyrénées Orientales). Sciences Géologiques, bulletins et mémoires, 1983.

**- Tlili, M. (2008).** Les systèmes biosédimentaires urgoniens du Mellegue (Nord Est Algérien). Thèse en Sciences. Université Badji Mokhtar Annaba.

**- Tucker, M.E. & Wright. V.P. (1990).** Carbonate Sedimentology. Boston: Black well scientific Publications, 482.

**- Uramoto, G.; Fujita, T.; Takahashi, A. & Hirano, H. (2007).** Cenomanian (Upper Cretaceous) carbon isotope stratigraphy of terrestrial organic matter for the Yezo Group, Hokkaido, Japan. Island Arc, 16 (3), 465-478. https://doi.org/10.1111/j.1440-1738.2007.00580.x

**- Vera, J. A. & de Cisneros, C. J. (1993).** Palaeogeographic significance of black pebbles (Lower Cretaceous, Prebetic, southern Spain). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 102(1-2), 89-102. https://doi.org/10.1016/0031-0182(93)90007-6.

**- Videt, B. (2003).** Dynamique des paléoenvironnements à huitre du Crétacé supérieur Nord-Aquitain (SO France) et du Mio-Pliocène Andalou (SE Espagne) : biodiversité, analyse séquentielle, biogéochimie. Thèse de doctorat, Université de Rennes 1.p. 285.

**- Vila, J.M. (1980).** La chaîne alpine d'Algérie nord-orientale et des confins algéro-tunisiens. Thèse Doctorat. d'Etat, Université Pierre et Marie Curie, Paris VI, 665 pages.

**- Vila, J.-M. (1992).** Notice explicative détaillée de la carte géologique à 1/50 000 d el'Algérie, feuille n°265, Aïn Telidjène, 27 pages. Publ. Serv. Carte géol. Algérie, Alger.

**- Vila, J.M. (1994).** Mise au point et données nouvelles sur les terrains triasiques des confins algéro-tunisiens : Trias allochtone, « glaciers de sel » sous-marins et vrais diapirs. Mém. Serv. Géol. Algérie, Vol.6 (n° sp. « Trias'93-Algérie »), pp.3-50.

**- Vila, J.M. (1996).** Halocinèse distensive albienne à « glacier de sel » sous-marin et plissements tertiaires du secteur Ouenza-Ladjebel-Méridef. Bulletin du Service géologique de l'Algérie, Vol.7, n°1, pp.3-34.

**- Vila, J.M. (2001).** Les avantages d'une approche multi-source (biostratigraphie, sédimentologie, forages, profils sismiques et gravimétrie) pour l'étude de l'halocinèse Crétacée (« glaciers de sel », tectonique en radeaux et dômes de sel) et de l'halotectonique tertiaire (plissement des « glaciers de sel », genèse des dômes de sel-plis) des confins algéro-tunisiens. Bulletin du Service géologique de l'Algérie, 12(2), 129-167.

**- Vila, J. M. ; Ben Youssef, M. ; Charrière, A. ; Chikhaoui, M. & Ghanmi, M. (1994).** Découverte en Tunisie, au SW du Kef, de matériel triasique interstratifié dans l'Albien : extension du domaine à glaciers de sel sous-marins des confins algéro-tunisiens. Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série 2. Sciences de la terre et des planètes, 318 (12), 1661-1667.

**- Vila, J. M. ; Ben Youssef, M. ; Chikhaoui, M. & Ghanmi, M. (1996).** Deuxième étude de surface d'un grand « glacier de sel » sous-marin albien (250 km2 ?) : les masses triasiques du « diapir » de Ben Gasseur et de l'anticlinal du Kef (Nord-Ouest tunisien). Bulletin de la Société géologique de France, t.167, n°2, pp.235-246.

**- Wachter, E. A. & Hayes, J. M. (1985).** Exchange of oxygen isotopes in carbon dioxide-phosporic acid systems. Chemical Geology: Isotope Geoscience Section, 52(3-4), 365-374. https://doi.org/10.1016/0168-9622(85)90046-6.

**- WARREN J.K. (1991)** : sulfate dominated sea-marginal and plate-forme evaporitive setting : sabkhas and salinas, mudflats and salterns. *Evaporites, Petroleum and Mineral Ressources*

**- Wildi, W. (1983).** La chaîne tello-rifaine (Algérie, Maroc, Tunisie) : structure, stratigraphie et évolution du Trias au Miocène. Revue de géographie physique et de géologie dynamique, 24(3), 201-297.

**-Wright, V. P. (1994).** Paleosols in shallow marine carbonate sequences. Earth-Science Reviews, 35(4), 367-395. https://doi.org/10.1016/0012-8252(94)90002-7

**- Zedam R .(2012).** Mise en place d'une minéralisation hydrothermale au flanc nord de l'anticlinal de khenchela. Identification et détermination sur fond lithostratigraphique et tectonique. Thèse de Doctorat en sciences. Université Mentouri Constantine.

**- Zitzmann, A. (1977).** The distribution of Iron ore deposits. In H.W Walther & A. Zitzmann (eds): The iron ore deposits of Europe and adjacent areas, (1), 37-68.